

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

Année scolaire
1894-1895

N° 7

DESCRIPTION ET CONSTRUCTION
DES
DENSIMÈTRES COMPENSATEURS

THÈSE

Pour l'obtention du diplôme supérieur de pharmacien de première classe

Présentée et soutenue le *4 Avril* 1895

PAR

Constant-Francice-Marie GALAINE

Né à Liffré (Ille-et-Vilaine), le 10 septembre 1869
Licencié ès-sciences physiques

JURY { MM. RICHE, *président.*
VILLIERS, *chargé de cours.*
GAUTIER, *agrégé.*

PARIS

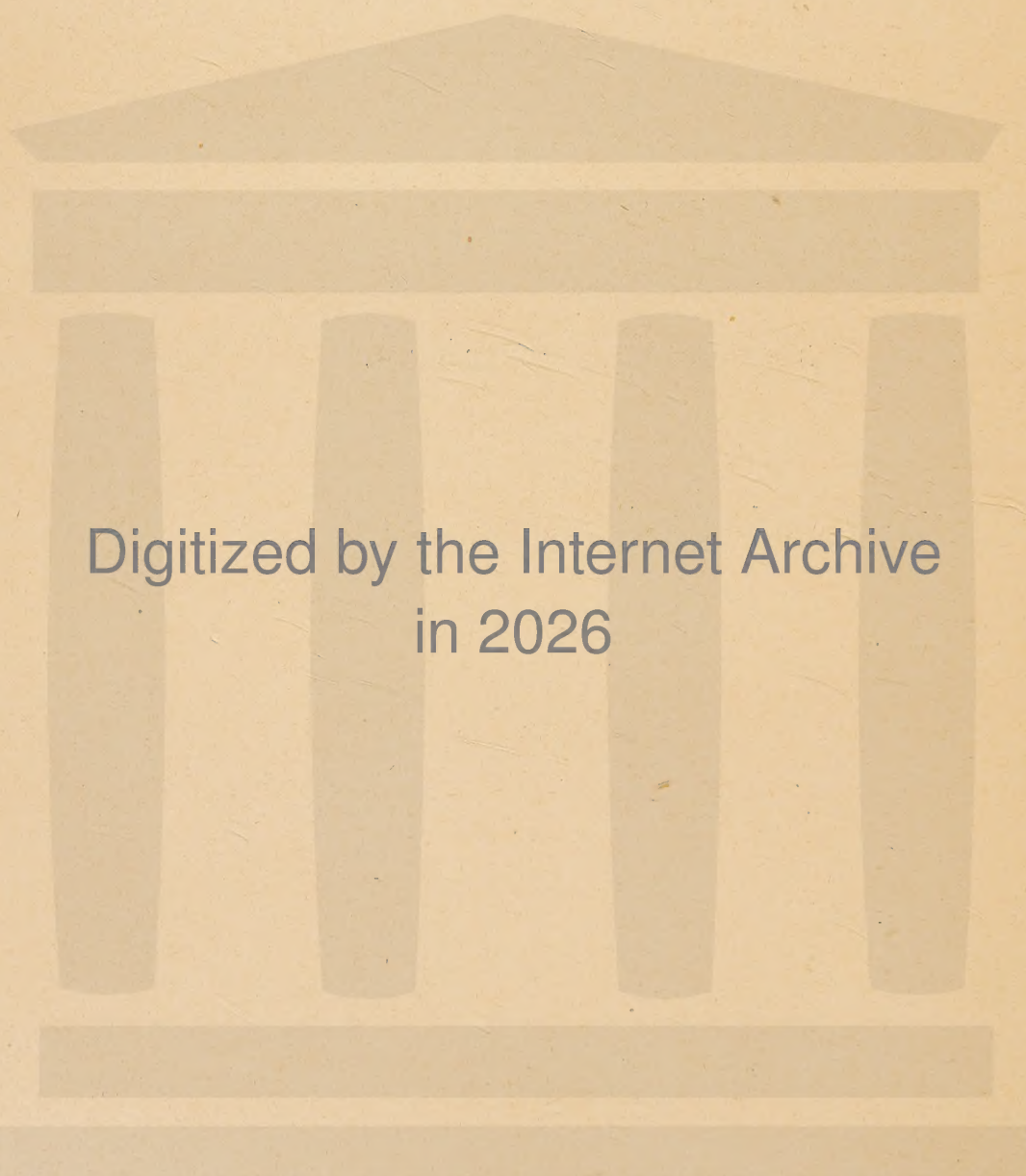
HENRI JOUVE

IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

15, Rue Racine, 15

1895

DESCRIPTION ET CONSTRUCTION
DES
DENSIMÈTRES COMPENSATEURS



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553820_0066

Année scolaire
1894-1895

N°
—

DESCRIPTION ET CONSTRUCTION

DES

DENSIMÈTRES COMPENSATEURS

THÈSE

Pour l'obtention du diplôme supérieur de pharmacien de première classe

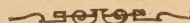
Présentée et soutenue le 1895

PAR

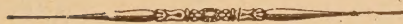
Constant-Francice-Marie GALAINE

Né à Liffré (Ille-et-Vilaine), le 10 septembre 1869

Licencié ès-sciences physiques



JURY { MM. RICHE, *président.*
VILLIERS, *chargé de cours.*
GAUTIER, *agrégé.*



PARIS

HENRI JOUVE

IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

15, Rue Racine, 15

—
1895

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

DE PARIS

ADMINISTRATION

MM. G. PLANCHON, Directeur, *, § I.
A. MILNE-EDWARDS, Assesseur, Membre de l'Institut, O *, § I.
E. MADOUË, Secrétaire, § I.

PROFESSEURS

MM. PLANCHON, *, § I.....	Matière médicale.
A. MILNE-EDWARDS, Membre de l'Institut, O *, § I.....	Zoologie.
RICHE, O *, § I.....	Chimie minérale.
JUNGFLEISCH, *, § I.....	Chimie organique.
LE ROUX, *, § I.....	Physique.
BOURGOIN, O *, § I.....	Pharmacie galénique.
BOURQUELOT, § I, chargé de cours.....	
BOUCHARDAT, § I.....	Hydrologie et minéralogie.
MARCHAND, § I.....	Cryptogamie.
PRUNIER, § I.....	Pharmacie chimique.
MOISSAN, Membre de l'Insti- tut, *, § I.....	Toxicologie.
GUIGNARD, Membre de l'Insti- tut, § I.....	Botanique générale.
VILLIERS - MORIAMÉ, § I, } chargé de cours.....	Chimie analytique. (Cours complémentaire).

Directeur et professeur honoraires : M. CHATIN, Membre de l'Institut, O *, § I.
Professeurs honoraires : M. BERTHELOT, Membre de l'Institut, G. O. *, § I.

AGRÉGÉS EN EXERCICES

MM. LEIDIÉ, § A.		MM. OUVRARD, § A.
GAUTIER.		BERTHELOT.
BOUVIER, § A.		RADAIS.
BOURQUELOT, § I		

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. GRIMBERT..... Chimie générale.
LEXTREIT, § A..... Chimie analytique.
PERROT..... Micrographie.
QUESNEVILLE, § A..... Physique.
Bibliothécaire : M. DORVEAUX, § A.

A LA MEMOIRE DE MON PÈRE

A MA MÈRE

A MES PARENTS

A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR PLANCHON

Directeur de l'École supérieure de pharmacie de Paris
Professeur de matière médicale

A MON PRÉ-IDENT DE THÈSE

MONSIEUR A. RICHE

Membre de l'Académie de médecine
Professeur de chimie à l'École de pharmacie
Directeur des essais à la Monnaie de France
Officier de la Légion d'honneur

DESCRIPTION ET CONSTRUCTION
DES
DENSIMÈTRES COMPENSATEURS

AVANT-PROPOS

Avant d'aborder notre sujet un devoir bien doux à remplir s'impose à nous. C'est celui de remercier nos anciens maîtres et nos collaborateurs. Tout d'abord, M. Petit, mécanicien, pour tout le mal qu'il a eu à construire notre compensateur ; ce n'est, en effet, qu'après un grand nombre d'essais avec des métaux différents qu'il est parvenu à construire notre enveloppe métallique telle qu'elle est actuellement.

Mme veuve Langlet, constructeur d'instruments de précision, pour son amabilité et pour tous les services

qu'elle nous a rendus en construisant nos densimètres et en mettant ses instruments et ses ateliers à notre disposition pour faire nos essais.

Enfin, M. Cuniasse, expert-chimiste au laboratoire municipal, qui a bien voulu expérimenter nos nouveaux instruments sous la direction des chefs du laboratoire municipal. M. Girard, M. Pabst et M. Sanglè-Ferrière. Nous sommes heureux d'adresser à tous nos sincères remerciements.

Dès le début de nos études, nous avons eu la bonne fortune de trouver à l'Ecole de pharmacie et à la Faculté des Sciences (section des sciences physiques) de Rennes, des maîtres aussi éclairés que bienveillants, qu'ils reçoivent aujourd'hui, de leur ancien élève, un faible hommage de reconnaissance.

Venu à Paris, nous avons largement profité de l'enseignement si attachant et si profond des professeurs de l'école supérieure de pharmacie de Paris ; que notre reconnaissance leur soit indéfiniment acquise.

Nous remercions sincèrement M. Balland, pharmacien principal de première classe, et M. Gauthier, professeur agrégé de physique, pour les bons conseils qu'ils nous ont donnés, et la bienveillance avec laquelle ils nous ont toujours accueillis.

Enfin, que M. Riche, qui a bien voulu accepter la présidence de notre thèse, daigne agréer l'assurance de notre respectueuse et sincère reconnaissance.

INTRODUCTION

Tout le monde connaît les services rendus par les densimètres aux commerçants et aux industriels pour reconnaître la richesse approximative et la fraude d'un grand nombre de liquides.

Leur emploi constitue même pour les personnes étrangères aux principes de la physique le seul moyen pratique pour l'essai de ces liquides.

Malheureusement, il faut pour que leurs indications soient comparables, faire ce qu'on appelle la correction au moyen d'un thermomètre et de tables dressées à l'avance.

Si cette opération est très simple pour un chimiste dans son laboratoire, il n'en est plus ainsi pour les commerçants et les ouvriers employés dans l'industrie. C'est ainsi, par exemple, que dans la tannerie où la connaissance de la force des jus en tanin est très utile, on a fini par abandonner l'emploi des densimètres, ne sachant pas ou ne voulant pas faire la correction thermométrique.

C'est qu'en effet, ici cette correction a une grande importance vu les faibles écarts de densité qui existent entre ces jus. Ce que nous venons de dire pour les jus de

tanneries pourrait être dit pour les laits, le vin, les huiles, etc.

Plusieurs auteurs ont cherché à éviter cette correction ou tout au moins à la rendre plus facile : Nous citerons M. Pinchon, pharmacien à Elbœuf, avec ses densimètres thermiques à concordance. M. Launay, commissaire-expert au Laboratoire Municipal avec son thermo-lactomètre.

Enfin, M. Langlet, ingénieur constructeur, avec ses densimètres correcteurs.

Après tous ces auteurs, nous avons étudié la question et nous sommes parvenus à construire des densimètres qui par simple lecture sur l'instrument donnent directement la densité du liquide à 15°.

Nous avons donné à ces nouveaux appareils le nom de : densimètres-compensateurs.

PRINCIPE DE CES APPAREILS

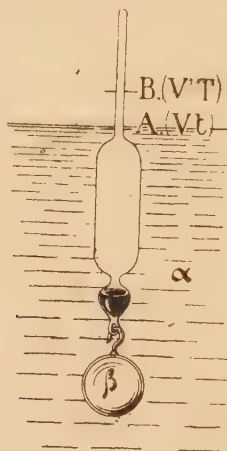
Pour arriver au résultat énoncé ci-dessus, nous avons compensé la dilatation du liquide α à peser par celle d'un autre liquide renfermé dans une enveloppe à parois élastiques.

A cet effet, nous avons construit un densimètre composé d'un flotteur en verre auquel nous suspendons notre enveloppe remplie d'un liquide β .

Après avoir lesté ce densimètre dans un liquide α placé à la température t et noté son point d'affleurement, étudions ce qui va se passer quand nous porterons le liquide α de la température t à la température T . L'appareil tendra à s'enfoncer puisque la densité du liquide α a diminué en passant de la température t à la température T . Mais le flotteur en verre d'une part et notre enveloppe métallique d'autre part vont se dilater dans les mêmes circonstances. Cette dilatation aura pour effet de faire remonter l'appareil. Nous voyons donc que notre instrument sera soumis à deux actions contraires, l'une tendant à faire descendre le point d'affleurement pendant que l'autre tendra à le faire monter. Il est facile de concevoir que nous pourrions établir un instrument dans lequel ces deux actions contraires seront égales. Nous aurons ainsi un densimètre qui ne subira plus l'influence de la température.

Maintenant il est évident que le liquide α étant à la température T l'inverse se produira quand nous le ramènerons à la température t . La densité du liquide α augmentant l'appareil tendra à remonter, mais le flotteur et le liquide β en diminuant de volume feront plonger notre instrument et maintiendront ainsi le point d'affleurement au même point.

Nous allons calculer le rapport qui doit exister entre les volumes du flotteur et de la boîte pour que la compensation existe.



Pour cela nous allons exprimer que la poussée éprouvée par notre densimètre de la part du liquide α est égale à son poids P . Nous aurons ainsi les équations suivantes aux deux températures T et t .

$$(1) V' (1 + K T) \frac{d\alpha}{1 + \mu T} + v (1 + \delta T) \frac{d\alpha}{1 + \mu T} = \frac{P}{d\alpha}$$

$$(2) V (1 + K t) \frac{d\alpha}{1 + \mu t} + v (1 + \delta t) \frac{d\alpha}{1 + \mu t} = \frac{P}{d\alpha}$$

Dans ces équations A et B étant les points d'affleurement aux températures t et T nous avons

V qui est le volume de la partie du flotteur comprise entre D et A ramenée à la température initiale 0° par exemple

V' = volume compris en D et B ramené à cette même température initiale 0° .

v' = volume du compensateur ou plus exactement le volume du liquide β qu'il contient à 0° .

K = coefficient de dilatation cubique du verre.

μ coefficient de dilatation vrai du liquide α .

$d\alpha$ = densité du liquide α à 0° .

δ = coefficient de dilatation vrai du liquide β .

Des équations (1) et (2) tirons les valeurs de V et de V'

$$(3) \quad V' = \left[\frac{P}{d\alpha} - v \left(\frac{1 + \delta T}{1 + \mu T} \right) \right] \frac{1 + \mu T}{1 + K T}$$

$$(4) \quad V = \left[\frac{P}{d\alpha} - v \left(\frac{1 + \delta t}{1 + \mu t} \right) \right] \frac{1 + \mu t}{1 + K t}$$

Calculons les valeurs de V et de V' en posant

$$\mu - K = \alpha'$$

et

$$\delta - \mu = \gamma$$

(3) et (4) deviendront

$$(5) \quad V' = \left[\frac{P}{d\alpha} - v (1 + \gamma T) \right] (1 + \alpha' T)$$

$$(6) \quad V = \left[\frac{P}{d\alpha} - v (1 + \gamma t) \right] (1 + \alpha' t)$$

Nous aurons

$$V' - V = \frac{P}{d\alpha} \alpha' (T - t) - v \left[(1 + \alpha' T) (1 + \gamma T) - (1 + \alpha' t) (1 + \gamma t) \right]$$

$$V' - V = \frac{P}{\rho_0} \alpha' (T - t) - v (\alpha' + \gamma) (T - t)$$

$$V' - V = V \alpha' (T - t) - v (\alpha' + \gamma) (T - t)$$

Pour que le point d'affleurement reste constant il faut que nous ayons $V' - V = 0$

ou

$$V \alpha' (T - t) - v (\alpha' + \gamma) (T - t) = 0$$

$$\text{ou } V \alpha' = v (\alpha' + \gamma)$$

Nous savons que $\gamma = \delta - \mu$

$$\text{que } \alpha' = \mu - K$$

nous aurons donc

$$V \alpha' = v (\mu - K + \delta - \mu)$$

$$V \alpha' = v (\delta - K)$$

$$\frac{V}{v} = \frac{\delta - K}{\alpha'}$$

$\delta - K$ serait le coefficient apparent du liquide β dans le verre de même que α' est le coefficient apparent du liquide α , appelons β' ce coefficient apparent du liquide β nous aurons

$$\frac{V}{v} = \frac{\beta'}{\alpha'}$$

En langage ordinaire il faut pour que notre densimètre ne subisse plus les influences de la température que les volumes V et v soient inversement proportionnels aux coefficients de dilatation apparents des liquides α et β .

CHOIX DU LIQUIDE β

Nous donnerons au flotteur le même volume que celui des densimètres ordinaires.

Cette condition étant posée il faudra, pour que l'appareil fonctionne bien, que le liquide de la boîte prenne rapidement la température des milieux où nous plongerons notre instrument. En outre, son diamètre transversal ne devra pas être trop grand, cela nécessitant l'emploi d'éprouvettes de trop grand diamètre. Pour toutes ces raisons il faudra que notre compensateur ait les plus petites dimensions possibles; c'est pour cela que nous choisirons le liquide le plus dilatable.

Cependant, nous devons remarquer que plus le coefficient de dilatation d'un liquide est grand moins sa température d'ébullition est élevée. Voici d'ailleurs ci-dessous quelques exemples pris parmi les corps les plus dilatables d'après les tables de M. Isidore Pierre.

	Coefficient dilatation vrai	Point d'ébullition
Aldéhyde.....	0.001654	22°
Ether.....	0.001513	35°5
Sulfure de carbone....	0.00140	47°9
Chloroforme.....	0.001107	63°5
Alcool.....	0.001049	78°3

Cette remarque a dans le cas qui nous occupe une grande importance parce que la force F qui fait suivre aux parois de la boîte les variations de volume du liquide contenu dans son intérieur est égale à la pression atmosphérique moins la tension de vapeur du liquide β prise à la température où notre liquide se trouve placé.

Il faudra que cette force F soit positive et que de plus elle ait une valeur suffisante pour fléchir les parois de l'enveloppe. C'est pour cela que nous choisirons un liquide dont la température d'ébullition soit de beaucoup supérieure à la température extrême où nous emploierons nos densimètres.

Cette température extrême étant environ 30° nous avons choisi le chloroforme qui bout à $63^{\circ},5$. A 30° ce liquide a une tension de vapeur égale à une colonne de mercure de 246 m. nous avons donc à cette température extrême une valeur de F représentée par :

$$F = 760^m - 246^m = 514^m$$

Cette pression représentée par une colonne de mercure de 514 m. sera plus que suffisante pour fléchir les parois de notre enveloppe.

Remarque. — Cette force F aura des valeurs différentes selon la température où nous opérerons, mais ces variations de pression ne modifieront en rien le volume du chloroforme, les liquides pouvant dans ce cas être considérés comme incompressibles, seulement il faut, comme nous l'avons admis au commencement, que la boîte ne contienne pas de gaz.

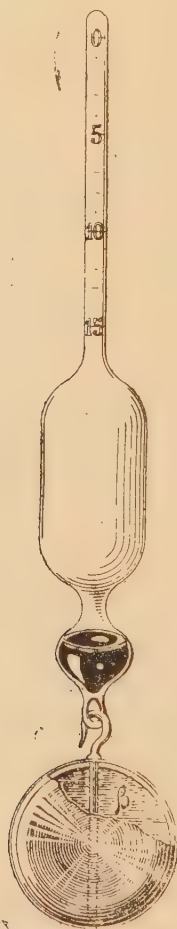
CONDITIONS QUE DOIT REMPLIR L'ENVELOPPE DESTINÉE A CONTENIR LE CHLOROFORME

Ces conditions sont les suivantes : il faut que ces parois soient inattaquables par le chloroforme ainsi que par les liquides que nous voudrions peser. De plus, ses parois doivent être assez flexibles pour suivre toutes les variations de volume du chloroforme et assez élastiques pour former une boîte ayant une forme donnée.

M. Petit, mécanicien, à qui nous en avons confié la fabrication, nous a construit une boîte ayant la forme d'un cylindre aux arêtes arrondies en cuivre laminé et nickelé de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur. L'expérience nous a montré que cette forme remplissait très bien toutes les conditions demandées. Ayant une faible épaisseur le chloroforme prend rapidement la température des milieux et les bases du cylindre forment deux parois très flexibles et très élastiques.

DESCRIPTION ET CONSTRUCTION DES DENSIMÈTRES COMPENSATEURS

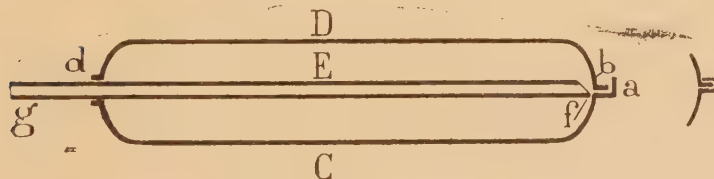
— Après avoir donné le principe de nos densimètres compensateurs nous allons donner des détails sur leur construction.



Le dessin ci-joint représente un de ces instruments, on peut le considérer comme formé de deux parties distinctes A et B. La partie A ressemble à un densimètre ordinaire dont on aurait terminé la partie inférieure par un anneau. C'est en suspendant à cet anneau notre compensateur B que nous différencions nos appareils des densimètres ordinaires. Comme nous l'avons vu ci-dessus cette partie B est composée d'une boîte en cuivre nickelé exactement remplie de chloroforme.

Pour construire cette boîte nous prenons deux coquilles en cuivre embouti que nous assemblons de la façon suivante :

L'une des coquilles C présente une petite rigole formée par le bord *a* relevé à angle droit. Dans cette rigole on fait tomber l'autre coquille D, puis au moyen d'un appareil spécial appelé sertisseur nous réunissons les deux coquilles l'une à l'autre en rabattant la partie *a* sur le bord *b* de la coquille D.



Cette réunion étant faite sous une très grande pression nous obtenons une boîte exactement close. De plus sa fabrication mécanique au moyen d'emporte-pièces et d'instruments spéciaux assure à cette enveloppe une grande régularité dans ses dimensions.

Il faudra que cette boîte soit exactement remplie de

chloroforme, nous avons rendu cette opération très facile par la disposition suivante :

Nous introduisons un petit tube en cuivre E, que nous soudons en *d*, et que nous faisons terminer en biseau contre la paroi de la boîte en *f*. Ce petit tube présente en dehors de la boîte un prolongement destiné tout d'abord au remplissage comme on le verra plus loin, puis ensuite à fournir un crochet qui suspendra notre compensateur au flotteur A.

REPLISSAGE DU COMPENSATEUR

Nous pourrions employer pour l'introduction du chloroforme la méthode mise en usage pour le remplissage des thermomètres, mais nous aimons mieux profiter de l'élasticité des parois de la boîte, et voici comment nous opérons.

Nous plongeons le tube *g* dans le chloroforme et nous faisons fléchir les parois de la boîte un certain nombre de fois, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de bulles d'air.

Il ne reste plus qu'à écraser le tube *g* avec un marteau ou une pince. Pour éviter la rentrée de l'air pendant cette opération on écrase le tube en maintenant son extrémité, plongée dans le chloroforme.

Une fois rempli et fermé, nous suspendons le compensateur au flotteur A, et nous passons à la graduation de l'instrument; pour cela nous opérons exactement comme s'il s'agissait d'un densimètre ordinaire.

Il ne nous reste plus qu'à calculer le rapport qui doit exister entre les volumes *V* du flotteur et *v* du compensateur, pour que l'on ait la relation établie ci-dessus.

$$\frac{V}{v} = \frac{\beta'}{\alpha'}$$

β' sera constant, ce sera le coefficient de dilatation apparent du chloroforme, puisque nous avons choisi ce dernier liquide pour remplir notre boîte; la valeur du rapport $\frac{V}{v}$ dépendra donc de α' coefficient de dilatation apparent du liquide à peser. Or, on sait que α' varie avec chaque corps. C'est pour cette raison que nous construisons un appareil spécial à chaque liquide.

Remarque. — Nous tenons à faire remarquer que α' n'est pas constant pour le même liquide, il varie, en effet, avec la température, de même que β' . Ainsi on voit en consultant les tables que les coefficients de dilatation croissent avec la température. Seulement dans le cas qui nous occupe α' et β' variant dans le même sens, le rapport $\frac{\beta'}{\alpha'}$ aura toujours sensiblement la même valeur, nous pourrions donc négliger ces variations, surtout si nous prenons les coefficients de dilatation du chloroforme et du liquide à peser à 15°, température moyenne où se prennent les densités.

Nous avons trouvé pour le chloroforme que son coefficient de dilatation apparent était à 15°.

$$\beta' = 0.001134.$$

Partant de là, supposons que nous voulions construire des instruments destinés à peser un liquide particulier, le lait, par exemple, nous déterminerons la valeur de α' pour ce liquide et connaissant α' , le volume V qu'il faudra donner au flotteur A pour que l'on ait :

$$\frac{V}{v} = \frac{\beta'}{\alpha'}$$

Dans la détermination de α' nous pourrions nous servir des tables de corrections dressées pour ces liquides au lieu de le chercher directement par les moyens ordinaires.

Dans le tableau ci-dessous nous donnons le rapport $\frac{V}{v}$ calculé pour établir quelques types de densimètres compensateurs.

Liquide à peser	Nom de l'instrument	Valeur $\frac{V}{v}$ du Rapport v
Lait	Lacto-densimètre	4,1
Jus de tannerie	Pèse-tanin	8,2
Jus de betteraves	Pèse-jus (1050 à 1070).	6,1
» »	» (1060 à 1080).	5,3
Moût de bière	Saccharimètre	4,9
Moût de cidre	Pèse-Cidre	5,1
Vins	Pèse-vin	8,32

Dans ces calculs nous avons été obligé de choisir un liquide de composition moyenne ainsi pour le lait nous avons pris pour type un lait pesant 1030° et ayant 10 0/0 de crème.

Pour notre densimètre destiné aux jus de betteraves ayant une densité comprise entre 1050 et 1070 nous avons pris pour calculer α' un jus pesant 1060 et ainsi pour tous nos autres instruments.

Il faut bien dire en effet qu'un lait se dilate d'autant plus qu'il contient plus de crème et que sa densité est

plus élevée qu'un jus sucré a un coefficient de dilatation d'autant plus grand qu'il contient davantage de sucre. Mais ces différences sont si peu marquées qu'en prenant comme nous le disons ci-dessus des liquides de composition moyenne pour calculer notre rapport $\frac{V}{v}$ nous arrivons à construire des instruments donnant la densité à 15° avec une erreur maxima de 1/2 gramme.

Or, dans tous les cas cette approximation de la densité d'un liquide à un 1/2 gramme près est plus que suffisante.

Pour terminer nous dirons que nous commençons par construire des densimètres compensateurs étalons et pour leur graduation nous opérons sur des liquides ayant une température de 15° en nous servant de densimètres étalons ordinaires.

Etant placés dans ces conditions nous n'avons qu'à marquer sur notre densimètre compensateur les chiffres lus sur l'étalon. Tout calcul est ainsi évité, et s'il y a une erreur de correction elle sera nulle à 15° et ira en augmentant quand nous nous éloignerons de cette température moyenne soit au-dessus, soit au-dessous.

Ces nouveaux étalons construits, ils nous serviront pour graduer nos autres instruments, mais cette fois grâce à eux nous ne serons plus obligés d'opérer sur des liquides placés à la température de 15° et leur graduation s'effectuera exactement de la même façon que s'il s'agissait de densimètres ordinaires.

ESSAIS DES DENSIMÈTRES COMPENSATEURS

Nous avons donné plusieurs types de nos instruments au Laboratoire Municipal pour y être essayés.

Voici ci-dessous les résultats qui ont été obtenus par M. Guniasse, chimiste, sous la direction de MM. les chefs du Laboratoire Municipal.

Nous avons examiné plusieurs densimètres compensateurs de M. Galaine.

L'appareil construit pour l'eau (qui sert à vérifier le principe de ces densimètres) nous a donné les résultats suivants :

Plongé dans l'eau distillée à + 12° de température.	1000
— à + 25° de température.	1000

Durant l'élévation de température le point d'affleurement reste constant.

L'appareil spécial construit pour prendre la densité du lait est comparé à un lacto-densimètre de Quévenne en service au Laboratoire Municipal.

Le densimètre de Quévenne donne : 1029,5 à 20° après correction : 1030,7
Le densim. compenseur Galaine à 20° donne directe. : 1030,5
Sur le même lait porté à 15° le densimètre Galaine indique : 1030,5

L'essai a été répété sur un autre lait dont la densité prise par la			
méthode du flacon à 15°	était de.		1027,3
Le densimètre compensateur à 15° donnait.			
—	à 8°	—	1027,2
—	à 22°	—	1027,4

La variation du point d'affleurement est négligeable.
 Le densimètre compensateur spécial pour la densité du vin a été comparé aux instruments qui servent à prendre la densité du vin au Laboratoire Municipal.

L'appareil du laboratoire...	à 15°	indique.....	0,9984
Le densimètre compensateur à 15°	—		0,9984
—	à 21°	—	0,9984
—	à 10°	—	0,9984
Un autre vin donne avec			
l'appareil du laboratoire à 15°	—		0,9943
Le densimètre compensateur à 8°	donnait.....		0,9942
—	à 25°	—	0,9942

Nous avons continué ces expériences dans les ateliers de Mme veuve Langlet avec les densimètres compensateurs suivants :

PÈSE TANIN.

Nous avons pris différents jus de tanneries; ils nous ont donné les résultats suivants :

Degré de température	Jus N° 1.		Densité
	Densité	Degré de température	
à 7°.....	1007,4	à 22°.....	1007,3
à 15°.....	1007,4		
Jus N° 2.			
à 10°.....	1008,7	à 21°.....	1008,7
à 10°.....	1008,7		
Jus N° 3.			
à 8°.....	1006,2	à 19°.....	1006,2
à 15°.....	1006,2		

PÈSE JUS DE BETTERAVES

Pour essayer cet instrument, nous nous sommes procurés des betteraves à sucre dont nous avons exprimé le jus après les avoir râpées. Ces jus nous ont donné les chiffres ci-joints :

PREMIER LOT DE BETTERAVES.

(Racine rose pivotante).

Degré de température	Densité	Degré de température	Densité
à 5°.....	1064.3	à 24°.....	1064.5
à 15°.....	1064.5		
2° LOT DE BETTERAVES <i>Racine blanche pivotante</i>			
à 6°.....	1070.6	à 24°.....	1070.5
à 15°.....	1070.5		

SACCHARIMÈTRES POUR MOULT DE BIÈRE.

Nous avons pu nous procurer deux échantillons de moût de bière, nous les avons pesés avec notre saccharimètre compensateur, voilà les résultats obtenus aux différentes températures :

Moût N° 1			
Degré de température	Densité en Brix	Degré de température	Densité en Brix
à 6°.....	16	à 21°.....	16.2
à 15°.....	16.1		
Moût N° 2			
à 7°.....	14.5	à 19°.....	14.3
à 15°.....	14.4		

Nous avons fait beaucoup d'autres essais, mais nous nous arrêterons là dans cette citation, les résultats indiqués ci-joints étant plus que suffisants pour démontrer le bon fonctionnement de nos densimètres compensateurs.

CONCLUSION

Comme nous le disions au commencement de ce travail, ce que nous avons cherché à faire en construisant nos densimètres compensateurs c'est de simplifier la prise de densité des liquides et par là-même rendre ces instruments pratiques pour tout le monde.

Nous avons montré comment on pouvait construire ces nouveaux appareils pour avoir directement par une simple lecture sur la tige la densité vraie à 15° centigrade du liquide à peser.

Nous espérons que leur emploi rendra de grands services :

1° A l'industrie de la laiterie, et pour simplifier encore notre lacto-densimètre compensateur nous avons donné à notre échelle trois teintes placées comme il suit :

de 1020 à 1029	couleur rouge	eau ajoutée
de 1029 à 1034	couleur jaune	lait bonne qualité
de 1034 et au-dessus	couleur bleue	lait écrémé

2° Aux tanneurs pour lesquels nous avons construit un pèse tanin gradué de 1000 à 1010. Ici le coefficient de

dilatation α' ne variant pour ainsi dire pas avec les différents jus, ils obtiendront une correction très exacte et auront la densité de leur jus à moins de $\frac{1}{5}$ de gramme près.

3° A l'industrie des sucres avec nos deux pèse-jus compensateurs, l'un allant de 1050 à 1070, l'autre de 1060 à 1080.

Ces deux instruments permettront aux cultivateurs de se rendre compte très facilement de la densité de leurs betteraves; ils ne pourront plus être trompés par les sucreries, qui, comme on le sait, paient ces betteraves d'après leur densité.

4° Aux industries de la bière, du cidre, etc., en construisant pour elles un saccharimètre compensateur avec l'échelle de Balling, un pèse cidre compensateur donnant les densités vraies et les quantités de sucre à ajouter au Moult pour obtenir un cidre de bonne qualité.

5° Aux médecins, qui grâce à l'emploi de notre instrument, n'auront plus besoin d'avoir recours aux tables de correction et aux thermomètres pour obtenir la densité exacte des urines.

6° Aux marchands de vins qui pourront calculer la quantité d'extrait sec d'un vin au moyen du pèse-vin compensateur et du degré alcoolique en se servant de la formule de Houdart.

$$E = 2.062 (D - 986,7)$$

Dans laquelle on a

E poids en gramme de l'extrait par litre.

D densité du vin à 15°.

2,062 coefficient constant.

986,7 densité du mélange d'alcool et d'eau contenant de 8 à 12 0/0 d'alcool.

Nous nous arrêterons là dans cette énumération, mais il est évident que nous pourrons encore construire des densimètres compensateurs pour beaucoup d'autres liquides.

Malheureusement nous ne pourrons les appliquer tels qu'ils sont construits à tous les liquides. L'expérience nous a montré qu'il faut pour que ces instruments puissent fonctionner que le flotteur A ait un volume supérieur à celui du compensateur.

Il est facile de se rendre compte, en effet, que ce compensateur en cuivre rempli de chloroforme de densité $D = 1,49$ est de beaucoup plus lourd que tous les liquides que nous aurons à peser. Si l'on joint à cela le poids du flotteur on voit qu'il faudra que ce flotteur ait un certain volume pour permettre à notre appareil de flotter dans les liquides à peser.

Cette condition veut que nous ayons :

$$\frac{V}{\eta} = \frac{\beta'}{\alpha'} > 1$$

$$\text{d'où } \frac{\beta'}{\alpha'} > 1 \text{ ou } \beta' > \alpha'$$

C'est-à-dire que le coefficient de dilatation apparent du liquide soit plus petit que le coefficient de dilatation apparent du chloroforme.

Remarque. — Dans la recherche des conditions d'équi-

libre nous n'avons en vue que l'application de nos instruments, aux liquides ordinaires qui ont une densité voisine de celle de l'eau. C'est pour cela que nous n'avons pas tenu compte du poids spécifique du liquide à peser. Cependant il est évident que ce poids spécifique doit intervenir; ainsi β' étant constant, α' devra être d'autant plus petit que le liquide considéré, α aura une densité plus faible et inversement.

Cette condition de l'équilibre

$$\beta' > \alpha'$$

que nous avons obtenue en prenant pour α un liquide de densité égale à l'unité ne sera donc applicable qu'aux liquides dont les densités auront une valeur se rapprochant de l'unité.

En consultant les tables donnant les coefficients de dilatation des différents liquides, nous verrons que nos appareils ne pourront être employés aux *huiles, pétroles, eaux-de-vie, alcools, glycérines*, etc., etc.

Nous chercherons en remplaçant le chloroforme par un autre liquide, en modifiant la construction de nos densimètres compensateurs, à les rendre applicables au plus grand nombre de liquides possible.

Vu : le Président de la thèse,

A. RICHE.

Vu : le Directeur,

PLANCHON

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

GRÉARD.

